

課題情報シート

テーマ名 :	スターリングエンジンの設計・製作				
担当指導員名 :	木崎 俊郎	実施年度 :	24 年度		
施設名 :	中国職業能力開発大学校 附属福山職業能力開発短期大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	生産技術科		
課題の区分 :	総合制作実習課題	学生数 :	3	時間 :	16 単位 (288h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

エンジンのシリンダ部には高い気密性が要求されます。そのためピストンとシリンダには、熱膨張率の小さいガラス製の注射筒を使用しました。さらにそれをカバーするアルミのシリンダ部とのはめ合わせにも高精度な加工が要求されます。エンジン出力が弱いので、ベルトプーリを2段にして回転トルクを大きくする必要がありました。また、摺動部の抵抗もできるだけ軽減するため、部品間の干渉に注意し薄いシムなどを挿入し組立調整を行いました。

【訓練（指導）のポイント】

設計においては、力学や機械要素設計の知識を復習し活用させることができました。設計計算に基づいて自分たちの構想案を形にしていくなため3次元CADを使用し、その設計や図面化の技術を習得できました。機械加工においては、当初ははめ合わせ部分の精度が悪く作り直しが多かったが、繰り返し加工を行うことで高精度な加工技術を身に付けることができました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 中国職業能力開発大学校附属福山職業能力開発短期大学校
住所 : 〒720-0074 広島県福山市北本庄 4-8-48
電話番号 : 084-923-6391 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/hiroshima/college/index.html>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

スターリングエンジンの設計・製作

福山職業能力開発短期大学校 生産技術科

1. はじめに

私たちのグループは、今回の総合制作実習の課題として、スターリングエンジンの設計及び製作に取り組んだ。専門課程で学んだ知識と技術を発揮させ、まずエンジン単体での製作を行った。さらにそれを原動力として、車として走行させることを目標にした。その成果を報告する。

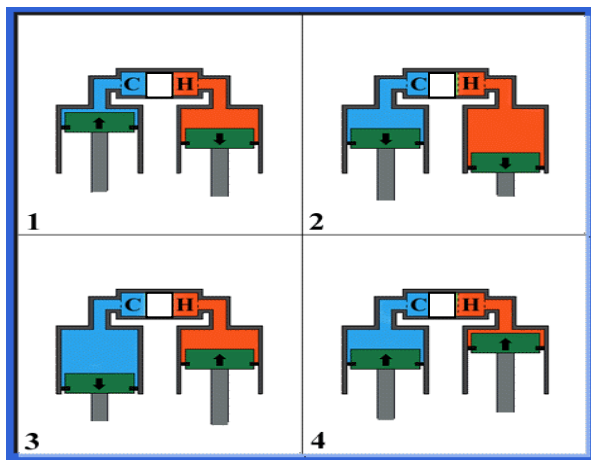
2. スターリングエンジンの概要

スターリングエンジンは、加熱冷却による気体の膨張と収縮を利用したエンジンである。特徴として、静かなエンジン、排気ガスがクリーン、熱源を選ばない等があり、実用化エンジンとしては潜水艦などで利用されている。

欠点としては、製作費用がかかりすぎる、体積あたりの出力が小さいなどが挙げられる。

3. 基本構成と動作原理

下図1に動作原理を示す。一般的なスターリングエンジンは、高温と低温の2つの空間を持ち、これらの空間の間に気体（ここでは空気）を往復させることによって作動している。この気体の移動に用いるピストンの使い方によって、スターリングエンジンは、2ピストン形及びディスプレイサ形に大別される。



C:クーラー (冷却) H:ヒータ (加熱)

図1 エンジン動作原理

今回製作する2ピストン形の1つである α 形スターリングエンジンでは、作動ガスの移動と動力の取り出しを2つのパワーピストンによって行う。両パワーピストンにはその動作に 90° の位相差が付けられている。

4. 設計概要

製作しようとするエンジンの設計計算を行った。そして、仕様を決め、3次元CADで設計を行った。表1にエンジンの仕様を示す。

図2に今回製作したエンジン、図3に車体の構想図を示す。

表1 エンジン仕様

大きさ (mm)	245×105×45
重量 (kgf)	2.2
エンジン形式	α 型エンジン
ピストン直径 (mm)	15
ストローク (mm)	12
軸出力 (W)	0.6
回転数 (min^{-1})	1140
機械効率	0.50

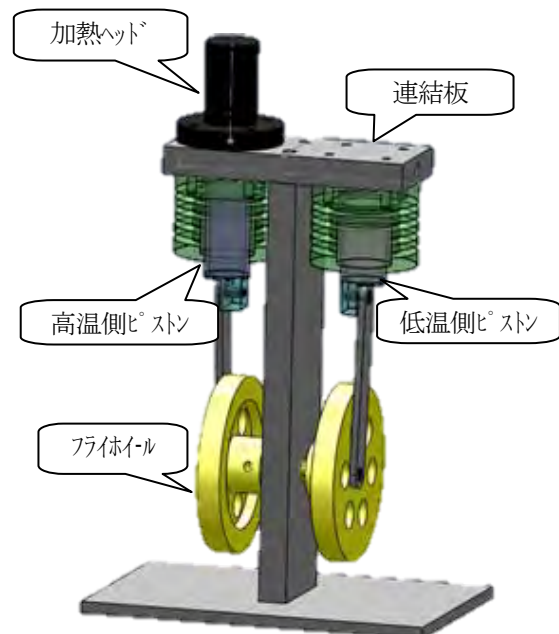


図2 エンジン単体

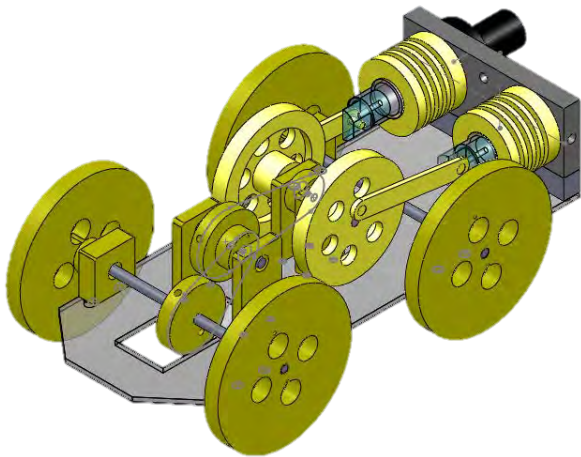


図3 車体モデル

5. 製作・組立

部品の製作は、主に旋盤やフライス盤などの汎用機械を使用して製作を行った。

部品を加工する際、シリンダーカバーのシリンダの内径と穴とのはめあいにおける加工精度がうまくいかず、何度も作り直し時間がかかってしまった。しかし、同じ部品を作り続けることにより、効率の良い作業方法を見つけることができた。

組立においては、実際に加工した部品を組み立てると、穴位置のずれによって軸が通らなくなるなど、不具合の調整作業に多く時間を費やしてしまった。

6. 試運転・調整

図5に完成した車体を示す。試運転を行い、見つかった問題点を調整の段階で改善し、また試運転をすることを繰り返し行った。

問題点としては、

- ① 車体の剛性が弱い為にエンジン稼働中に振動により軸受が外れてしまう不具合が生じた。
- ② 加熱ヘッドを加熱しエンジンが回転している時、高温や振動によってシリンダにヒビが入りそこから気体が漏れ出してしまった。
- ③ 図4に示すようにベルトの張り具合により、抵抗が大きくなったり、すべりなどの不具合が起こってしまった。

改善策としては

- ① 軸受保持板の取付け部に、締付け時に軸がずれたりしないよう補強を加えた。
- ② 車体の底に補強板を取り付けることで車体の剛性を上げた。

- ③ ベルトの張り具合を調整できるよう、取付け部を改善した。(図4参照)

以上3点を中心に調整を行い車体を完成させた。

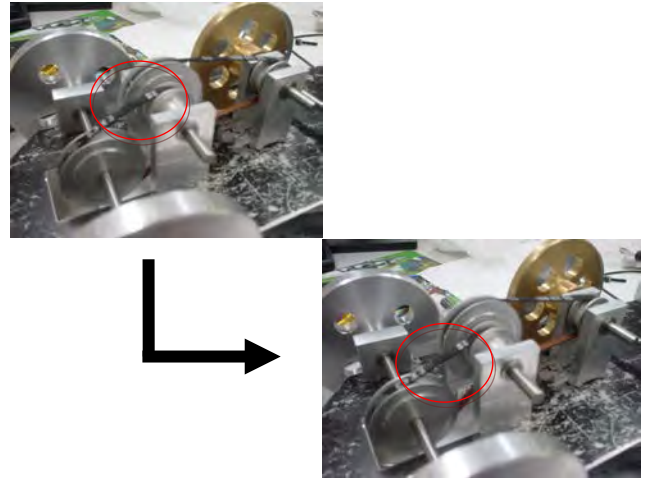


図4 ベルト張り具合調整



図5 車体(完成)

7. おわりに

設計から試運転に至るまで、時間がかかってしまったが自分たちの思い通りの車が完成した。エンジン組立時に何度も調整を繰り返し苦労したが、なんとかエンジンが回転したときは、たいへん感動した。

今回の総合制作実習で身に付けた加工技術・知識を今後活かしていきたいと思った。

参考文献

図解 スターリングエンジン

濱口和洋 戸田富士夫 平田宏一 共著

課題実習「テーマ設定シート」

作成日：4月 26日

科名：生産技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		スターリングエンジンの設計・製作	
担当教員		担当学生	
○ 生産技術科 木崎俊郎			
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>スターリングエンジンの製作を通して、設計、製作及び組立・調整技術等の総合的な実践力を身に付けるとともに、エンジン部品の製作を通して、実践的な機械加工技術も身に付けます。また、数名のチームで取り組み協調性を養うとともに、コミュニケーション能力の向上と成果発表によるプレゼンテーション能力の向上を目指します。</p>			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>スターリングエンジンは様々な種類のものが開発されていますが、本実習では、単にエンジンの製作だけでなく、それを動力として走らせることができる車にすることにより、「モノづくり」の面白さや発展性を理解するとともに、期限までに成果物を完成させることでスケジュール管理の重要性を認識します。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>スターリングエンジンカーは、エンジン部と車体部に大別されるので、設計段階で部品等のレイアウトを十分に考え、できるだけコンパクトにするとともに干渉等がないように注意し設計検討を行います。また、スムーズな動作を実現するためには、各々の部品を精度よく加工することが重要です。最初はエンジン部だけで単独で実験し、その後車体部と結合し統合組立・調整・動作試験を行います。また、最後には成果発表を行い、報告書を作成します。</p>			
No	取組目標		
①	スターリングエンジンの種類、動作原理、構造を理解するため、調査、情報収集を行います。		
②	エンジン部分の機構設計を行い、組立図、部品図を作成します。		
③	車体部分の設計およびエンジンとの結合部の設計を行い、組立図、部品図を作成します。		
④	必要な材料、部品、個数をリストアップし、計画的に発注します。		
⑤	加工部品については加工工程を考え、適切な工作機械を用いて精度良く加工を行います。		
⑥	材料、工具、機器及び部品等については厳密に管理し、常に整理整頓に心掛けます。		
⑦	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		
⑧	計画的に取り組み進捗管理を行うとともに、問題が発生し場合は全員で問題解決に取り組みます。		
⑨	報告書の作成、成果発表を行うことでプレゼンテーション能力を養います。		
⑩			